



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I716246 B

(45) 公告日：中華民國 110 (2021) 年 01 月 11 日

(21) 申請案號：108148533

(22) 申請日：中華民國 108 (2019) 年 12 月 31 日

(51) Int. Cl. : **G01D5/36 (2006.01)**

(71) 申請人：財團法人工業技術研究院 (中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號

(72) 發明人：羅英哲 LO, YING-CHE (TW)；周明杰 CHOU, MING-CHIEH (TW)；李耀輝 LEE, YAO-HUI (TW)；陳易呈 CHEN, YI-CHENG (TW)

(74) 代理人：許世正

(56) 參考文獻：

TW I646311

TW I680648

TW 201534871A

US 2012/0013279A1

US 2016/0372149A1

審查人員：涂公遠

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：11 共 29 頁

(54) 名稱

光學編碼器

(57) 摘要

一種光學編碼器，包含對應設置的編碼盤以及檢光器。檢光器用以接收光線。檢光器包含至少一感光元件，且感光元件排列形成至少一感光陣列。感光陣列的寬度對應於光學編碼器的一個細分割週期。

An optical encoder includes an encoding disk and an optical detector disposed to correspond to the encoding disk. The optical detector includes a plurality of optical sensors arranged to form an optical sensor array. The optical detector is provided to receive light. The optical detector includes at least one optical sensor arranged to form at least one sensor array. The width of the sensor array corresponds to an interpolation period of the optical encoder.

指定代表圖：

符號簡單說明：

10:編碼盤

110:編碼區編碼部位

111:開口圖案

120:細分割區編碼部位

121:狹縫

20:檢光器

210:編碼區感光區塊

220:細分割區感光區塊

30:光源

31:光學透鏡

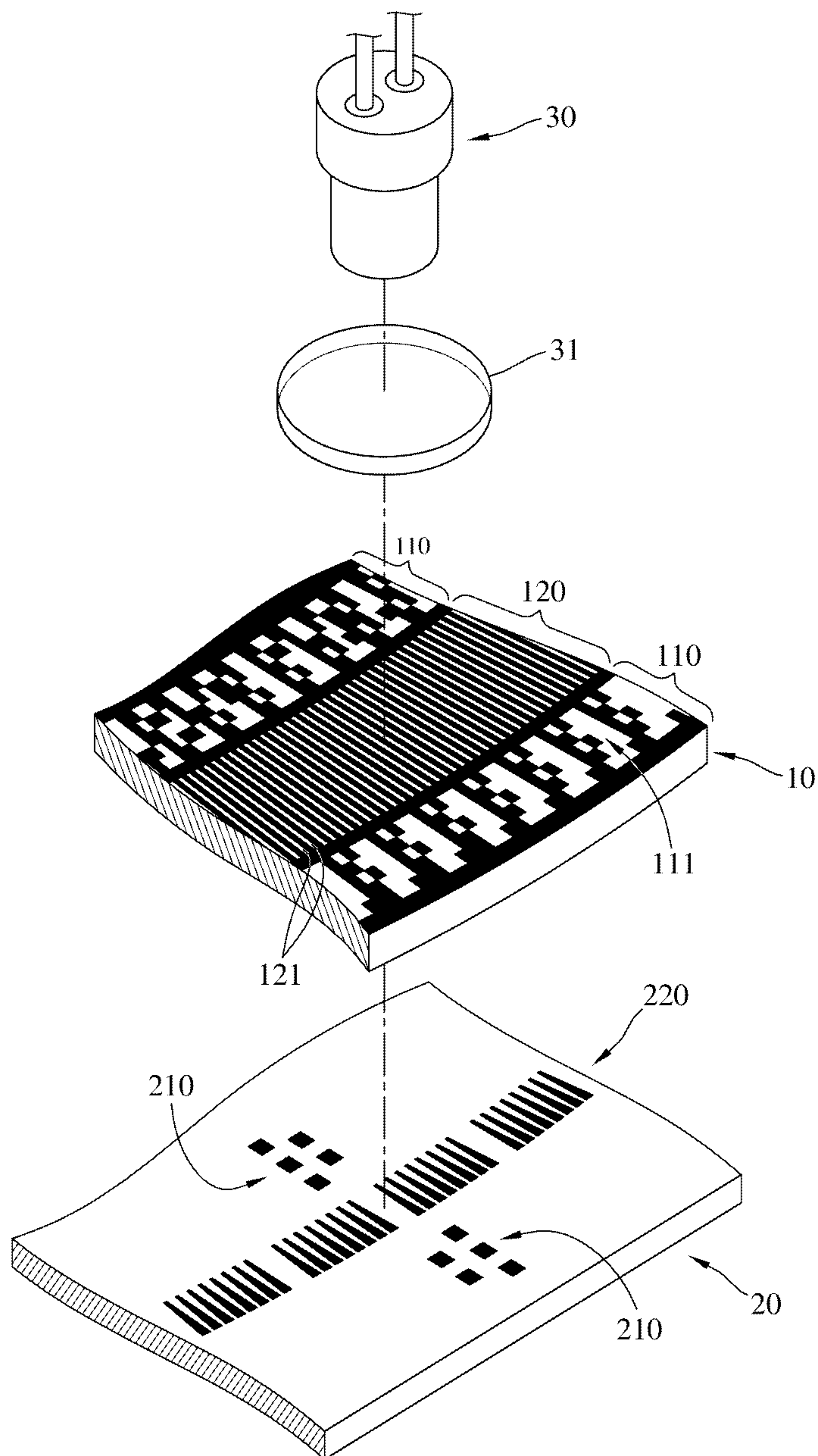


圖 2



公告本

I716246

【發明摘要】

【中文發明名稱】 光學編碼器

【英文發明名稱】 OPTICAL ENCODER

【中文】

一種光學編碼器，包含對應設置的編碼盤以及檢光器。檢光器用以接收光線。檢光器包含至少一感光元件，且感光元件排列形成至少一感光陣列。感光陣列的寬度對應於光學編碼器的一個細分割週期。

【英文】

An optical encoder includes an encoding disk and an optical detector disposed to correspond to the encoding disk. The optical detector includes a plurality of optical sensors arranged to form an optical sensor array. The optical detector is provided to receive light. The optical detector includes at least one optical sensor arranged to form at least one sensor array. The width of the sensor array corresponds to an interpolation period of the optical encoder.

【指定代表圖】 圖2

【代表圖之符號簡單說明】

10	編碼盤
110	編碼區編碼部位
111	開口圖案
120	細分割區編碼部位
121	狹縫
20	檢光器

- 210 編碼區感光區塊
- 220 細分割區感光區塊
- 30 光源
- 31 光學透鏡

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 光學編碼器

【英文發明名稱】 OPTICAL ENCODER

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種編碼器，特別是一種具有高解析度的光學編碼器。

【先前技術】

【0002】 編碼器是利用光學或磁性或是機械接點的方式感測位置，並將位置轉換為電子訊號後輸出給驅動器，作為驅動器控制位置時的回授訊號。依運動方式可分為旋轉編碼器或是線性編碼器。旋轉編碼器可以將旋轉位置或旋轉量轉換成類比或是數位電子訊號，一般會裝在旋轉物件上，如馬達軸。線性編碼器則是以類似方式將線性位置或線性位移量轉換成電子訊號。目前，編碼器廣泛應用於工具機、機器人、半導體設備而做為伺服馬達定位的感測模組，並且編碼器的精準度會直接影響到機械設備的定位表現。

【0003】 對於光學編碼器來說，編碼盤(光柵盤)具有圖案化的可透光區塊。當光源照射時，檢光器與編碼盤之間的相對運動會使得檢光器接收到不同的光量，並且根據光量的變化判斷出線性位移量或旋轉角度。不透光區塊和可透光區塊的數量與圖案決定了光學編碼器的解析度。然而，由於過小的可透光區塊可能引發繞射干擾問題，故透過增加可透光區塊數量來提升解析度的方式有物理上的限制。

【0004】 現有的光學編碼器當中，由於矽基光電二極體在紅外線波長範圍具有良好的量子效率與光電響應率，檢光器會採用矽基光電二極體來解析光能量訊號。在高階編碼器中，會將檢光器內的矽基光電二極體(PD)再區分為編碼區(Coding)與細分割區(Interpolator)兩種 PD 軌道區塊，其中編碼區的 PD 透過編碼盤上明暗的編碼(Binary 或 Gray code)，讓光源端

發出之光束在透過編碼盤時，形成穿透或不穿透光束，再讓檢光器上編碼區之各個 PD 反應出高光功率或低光功率之能量狀態，最後搭配系統端的邏輯解碼，以換算出目前角度。細分割區的 PD 則依據編碼區最細編碼 PD 的週期為單位，透過細分割 PD 的設計以產生一弦波訊號，再進行訊號的細分割，以達成編碼器總解析度(bits)為編碼區加細分割區解析度之總和結果。目前習知之細分割區解析作法，為將細分割區 PD 接收之類比弦波訊號，再經過高階類比數位轉換器(ADC)，才能將此弦波類比訊號轉換成數位訊號，以解析出更細的角度位置。然而，依據不同編碼器產品之規格，若為達成高細分割解析度時(例如 24-bit/rev.)，此時就需要使用相對高階的 ADC，才能達成，例如若編碼區解析度為 10bits，此時細分割區解析度就需為 14bits，故須至少採用解析度為 14bits 的 ADC，惟 ADC 價格隨解析度快速上升，而會產生成本問題。

【發明內容】

【0005】 鑒於以上的問題，本發明揭露一種光學編碼器，有助於解決高階 ADC 製造成本過高，而使得高解析度的光學編碼器難以廣泛應用於業界的問題。

【0006】 本發明所揭露的光學編碼器包含對應設置的一編碼盤以及一檢光器。檢光器用以接收光線。檢光器包含至少一感光元件，且感光元件排列形成至少一感光陣列。感光陣列的寬度對應於光學編碼器的一個細分割週期。

【0007】 本發明另揭露的光學編碼器包含一編碼盤、一檢光器以及一感測電路。檢光器用以接收光線。檢光器對應編碼盤設置。檢光器包含多個感光元件，且這些感光元件排列形成多個感光陣列。感測電路電性連接於感光陣列，以使每個感光元件的收光量被量化而具有數位灰階特性。

【0008】 根據本發明所揭露的光學編碼器，主要採用可達成高密度元件布局、可積體化之感光元件，例如 CMOS 或 CCD 感光元件。以 CMOS

為例，可構成感光陣列以接收光訊號，相比習知光學編碼器採用矽基光電二極體，CMOS 感光元件具有可高度電路積體化之特質，可輕易達成高訊號雜度比(SNR)，且具有成熟的製造工藝，近年來隨著製程技術的提升，CMOS 在非可見光波段之響應率也已提升至矽基光電二極體之水準，因此採用 CMOS 感光元件的高解析度光學編碼器將可擁有更好的市場競爭力。

【0009】 此外，本發明所揭露的光學編碼器可進一步包含感測電路。感測電路電性連接於感光陣列，以使每個感光元件的收光量被量化而具有數位灰階特性，以輸出根據這些感光陣列所累積加總之光能量訊號而得到的電訊號。相較習知技術之矽基光電二極體接收到類比電訊號後再透過 ADC 轉換成數位訊號，本發明之感光元件產生的電訊號雖仍為類比訊號，但可透過積體電路設計，讓每個感光元件直接搭配一個 ADC 元件；亦或可簡化成以每一行或每一列為基準，使各行或各列感光元件搭配一個 ADC 元件，再透過電路掃描方式，讓該行或該列中的每個感光元件在掃描瞬間，由該行或該列對應之 ADC 元件，擷取類比訊號後再轉成數位訊號，即透過依序擷取每個感光元件之數位訊號後，再至後級(Power amp)計數電路中做加總統計，最後得出全數位化之能量結果。此分行或分列掃描方式之優點為簡化 ADC 數量。

【0010】 以上之關於本揭露內容之說明及以下之實施方式之說明係用以示範與解釋本發明之精神與原理，並且提供本發明之專利申請範圍更進一步之解釋。

【圖式簡單說明】

【0011】

圖 1 為根據本發明第一實施例之光學編碼器的示意圖。

圖 2 為圖 1 之光學編碼器的局部放大示意圖。

圖 3 為圖 2 之光學編碼器的檢光器的局部放大示意圖。

圖 4 為圖 3 中位於編碼區感光區塊的感光陣列的示意圖。

圖 5 為圖 3 中位於細分割區感光區塊的感光陣列的示意圖。

圖 6 為根據本發明第一實施例之光學編碼器的感光陣列與感測電路連接的示意圖。

圖 7 為光學編碼器的細分割週期的示意圖。

圖 8 為根據本發明第二實施例之光學編碼器的檢光器的局部放大示意圖。

圖 9 為根據本發明第三實施例之光學編碼器的檢光器的局部放大示意圖。

圖 10 為根據本發明實施例一之光學編碼器所產生的正弦波(Sin)與餘弦波(Cos)訊號。

圖 11 為根據圖 10 整合正弦波與餘弦波訊號後所得到的利薩茹(Lissajous)圖形。

【實施方式】

【0012】 以下在實施方式中詳細敘述本發明之詳細特徵以及優點，其內容足以使任何熟習相關技藝者瞭解本發明之技術內容並據以實施，且根據本說明書所揭露之內容、申請專利範圍及圖式，任何熟習相關技藝者可輕易地理解本發明相關之目的及優點。以下之實施例進一步詳細說明本發明之觀點，但非以任何觀點限制本發明之範疇。

【0013】 根據本發明的一實施例，光學編碼器包含編碼盤以及檢光器。請參照圖 1 至圖 5，其中圖 1 為根據本發明第一實施例之光學編碼器的示意圖，圖 2 為圖 1 之光學編碼器的局部放大示意圖，圖 3 為圖 2 之光學編碼器的檢光器的局部放大示意圖，圖 4 為圖 3 中位於編碼區感光區塊的感光陣列的示意圖，且圖 5 為圖 3 中位於細分割區感光區塊的感光陣列的示意圖。在本實施例中，光學編碼器 1 包含一編碼盤 10、一檢光器 20 以及一光源 30。圖 1 繪示光學編碼器 1 是旋轉編碼器，但在其他實施例中可以是線性編碼器。

【0014】 編碼盤 10 包含二編碼區編碼部位 110 與一細分割區編碼部位 120。為了讓圖式易於理解，圖 1 省略繪示編碼區編碼部位 110 與細分割區編碼部位 120。編碼區編碼部位 110 包含編碼區軌道，其具有可透光的多個開口圖案 111。編碼區編碼部位 110 的編碼方式可以例如為格雷碼編碼(Gray code)或二進編碼(Binary code)或循環碼(M-sequence)或其他可完成絕對式編碼器之編碼方式。細分割區編碼部位 120 位於二編碼區編碼部位 110 之間，並且細分割區編碼部位 120 具有可透光且相互間隔的多個狹縫 121。編碼區編碼部位 110 的數量並非用以限制本發明。此外，圖 2 中編碼區編碼部位 110 與細分割區編碼部位 120 的位置並非用以限制本發明。在部分實施例中，可以是一個編碼區編碼部位介於二個細分割區編碼部位之間，或一個編碼區編碼部位與一個細分割區編碼部位對齊的配置方式。

【0015】 檢光器 20 對應編碼盤 10 設置。檢光器 20 包含對應編碼區編碼部位 110 的二編碼區感光區塊 210 以及對應細分割區編碼部位 120 的一細分割區感光區塊 220。檢光器 20 還包含多個感光元件 230。部分感光元件 230 位於編碼區感光區塊 210，以用於接收通過編碼區編碼部位 110 的開口圖案 111 的光線。另一部分感光元件 230 位於細分割區感光區塊 220，以用於接收通過細分割區編碼部位 120 的狹縫 121 的光線。在細分割區感光區塊 220 中，這些感光元件 230 排列形成多個感光陣列 240。在本實施例中，感光元件 230 例如為互補式金屬氧化物半導體(CMOS)或是感光耦合元件(CCD)。以 CMOS 作為感光元件 230 具有可高度電路積體化之特質，可輕易達成高訊號雜度比(SNR)，且具有成熟的製造工藝，而有助於降低檢光器 20 的製造成本。為了讓圖式易於理解，圖 2 和圖 3 僅繪示出感光陣列 240 而未進一步繪示感光元件 230。感光元件 230 以及感光陣列 240 的數量並非用以限制本發明。

【0016】 光源 30 相對編碼盤 10 設置，並且檢光器 20 與光源 30 分別

位於編碼盤 10 的相對二側，但本發明並不以前述的分布關係為限。在部分實施例中，檢光器 20 與光源 30 可以位於編碼盤 10 的同一側。光源 30 例如但不限於是發光二極體或雷射二極體。光源 30 發出的光線穿過編碼盤 10 中編碼區編碼部位 110 的開口圖案 111 與細分割區編碼部位 120 的狹縫 121，進而可被檢光器 20 的感光元件 230 接收。進一步來說，感光元件 230 可以接收紅外線波長範圍的光，其中所述紅外線波長範圍為 760 奈米至 1000 奈米，但前述列舉的接收光波長並非用以限制本發明。另外，在光源 30 之前端可設置一片或多片光學透鏡 31，使光線通過光學透鏡 31 後產生近似平行光場。

【0017】 根據本發明的一實施例，感光陣列的外型可為非矩形。也就是說，感光陣列的外型可以是梯形、菱形、平行四邊形等多邊形，或是扇形、橢圓形與其他不規則形狀。參照圖 3 和圖 5，在本實施例中，位於細分割區感光區塊 220 的感光陣列 240 為梯形。如圖 5 所示，對於細分割區感光區塊 220 中的其中一個感光陣列 240 來說，靠近上方之編碼區感光區塊 210 的一列具有較多數量的感光元件 230，且靠近下方之編碼區感光區塊 210 的另一列具有較少數量的感光元件 230，其中較多感光元件 230 的一列做為梯形感光陣列 240 的長邊 241，較少感光元件 230 的另一列則做為梯形感光陣列 240 的短邊 242。在每個感光陣列 240 中的相鄰二感光元件 230 的間距小於相鄰二感光陣列 240 的間距 T，或更明確來說是相鄰二感光元件 230 的間距小於相鄰二感光陣列 240 的最小間距。

【0018】 在本實施例中，所述感光陣列 240 的長邊 241 與短邊 242，是由一列中多個感光元件 230 的最左行感光元件 230 至最右行感光元件 230 的距離定義出來。如圖 5 所示，靠近上方之編碼區感光區塊 210 的一列中最左行的感光元件 230 的左側邊 231a 至同列中最右行的感光元件 230 的右側邊 231b 的距離 D1 定義為感光陣列 240 的長邊 241。靠近下方之編碼區感光區塊 210 的另一列中最左行的感光元件 230 的左側邊 232a 至同

列中最右行的感光元件 230 的右側邊 232b 的距離 D2 定義為感光陣列 240 的短邊 242。

【0019】 根據本發明的一實施例，這些感光陣列並排設置於細分割區感光區塊。參照圖 3 和圖 5，位於細分割區感光區塊 220 中並且呈梯形的這些感光陣列 240 並排設置。對於部分的感光陣列 240 來說，各自的短邊 242 朝向同一方向，且各自的長邊 241 朝向相對的另一方向。這些感光陣列 240 共同形成一感光陣列群組 250，並且每個感光陣列群組 250 與其他的感光陣列群組 250 相間隔。

【0020】 在圖 3 中，每個感光陣列群組 250 中的多個感光陣列 240 的短邊 242 朝向同一方向，但本發明並不以此為限。在部分實施例中，任一感光陣列群組 250 中的多個感光陣列 240 可以是長邊 241 與短邊 242 交錯的方式排列，即其中一個感光陣列 240 的短邊 242 朝向一方向，且相鄰的另一個感光陣列 240 的短邊 242 朝向相反方向。

【0021】 在圖 5 中，任一感光陣列 240 中的所有感光元件 230 均為正方形的感光元件，因此梯形感光陣列 240 會有鋸齒狀邊緣，但本發明並不以此為限。在部分實施例中，對於一個感光陣列 240 來說，在感光陣列 240 最外側的感光元件 230 可以是梯形或多邊形以配合感光陣列 240 的輪廓，因此感光陣列 240 不會有鋸齒狀邊緣。

【0022】 光源 30 發出的光線穿過編碼區編碼部位 110 與細分割區編碼部位 120 而分別抵達位於編碼區感光區塊 210 的感光元件 230 與位於細分割區感光區塊 220 的感光元件 230，並且感光元件 230 接收到光線時，會輸出電訊號。此處，感光元件 230 接收到仍為光強度改變的類比電訊號。再連接至一類比數位轉換器或一比較器(Comparator)後，輸出數位訊號。當編碼盤 10 相對檢光器 20 運動或是檢光器 20 相對編碼盤 10 運動，能接收到光線的感光元件 230 數量會有所增減，進而光學編碼器 1 所轉換出的數位訊號會有所改變，並且數位訊號的改變可作為判斷位移量或旋轉角度

大小的依據。

【0023】 圖 3 和圖 5 中繪示的感光陣列 240 形狀並非用以限制本發明。在部分實施例中，可以將編碼盤的細分割區編碼部位設計成形成有多個非矩形的狹縫，此時可搭配矩形的感光陣列。或者，細分割區編碼部位的狹縫和感光陣列可均為矩形，此時可搭配非平行光場的光源，此種設計之實施例可為一光源與檢光器在同一側之反射式編碼器。

【0024】 根據本發明的一實施例，感光元件的收光量可以被量化而具有灰階數位特性。請併參照圖 6，為根據本發明第一實施例之光學編碼器的感光陣列與感測電路連接的示意圖。如圖 1 和圖 3 所示，在本實施例中，光學編碼器 1 更進一步包含設置於檢光器 20 的一感測電路 40。如圖 6 所示，感測電路 40 包含多個同步取樣類比數位轉換器 410，且每一行中的多個感光元件 230 與負責該行之其中一個同步取樣類比數位轉換器 410 電性連接。對於其中一個感光陣列 240 來說，多個感光元件 230 排列於每一行中，並且每行中的這些感光元件 230 與其中一個同步取樣類比數位轉換器 410 電性連接，透過掃描方式依序讓類比數位轉換器讀取此行中每一個感光元件 230 之能量，並將類比訊號轉數位訊號。若一個感光陣列 240 中有 n 行感光元件 230，則相對應會有 n 條同步取樣類比數位轉換器 410 分別與 n 行感光元件 230 電性連接。對於其中一個感光陣列群組 250 來說，每個感光陣列 240 中有多個同步取樣類比數位轉換器 410 分別與多行感光元件 230 電性連接，且這些感光陣列 240 中的多個同步取樣類比數位轉換器 410 並聯，以輸出根據這些感光陣列 240 所累積加總之光能量訊號而得到的電訊號。如此一來，感光元件 230 產生的電訊號不僅可以表示有無接收到光線，還能表示接收到光線能量多寡，因而具有灰階數位特性。本實施例以每行中的這些感光元件 230 與其中一個類比數位轉換器 410 電性連接，但本發明並不以此為限。在部分實施例中，可以是每列中的感光元件與其中一個類比數位轉換器電性連接。或每一個感光元件均搭配一個類比

數位轉換器或一比較器，也就是說可以用比較器取代類比數位轉換器 410。

【0025】 類似地，感測電路 40 可進一步包含與編碼區感光區塊 210 中的感光元件 230 電性連接的同步取樣類比數位轉換器或比較器電路，以使位於編碼區感光區塊 210 的感光元件 230 的收光量能夠被量化。

【0026】 綜上所述，每個感光陣列 240 是由多個感光元件 230 排列組成，並且每個感光元件 230 均可連接於感測電路(類比數位轉換器或比較器)。透過多個感光元件 230 之數量級累加方式，可輕易達成提高解析度之目的。

【0027】 對於採用矽基光電二極體的現有光學編碼器來說，必須要單個矽基光電二極體連接於一個高階感測電路(比如解析度為 10bits 以上之類比數位轉換器)才能達到高解析。在本發明的部分實施例中，感光元件 230 可以是 CMOS 感光元件，因此在感光陣列 240 之感測面積與矽基光電二極體相同的情況下，基於 CMOS 屬於成熟的積體電路製程，故感光元件 230 除了可連接於中階感測電路(比如解析度為 5~10bits 之類比數位轉換器電路)之外，也可以連接於低階感測電路(比較器)，透過積體電路製程可在提高訊雜比(SNR)的同時降低感測電路的製造成本。

【0028】 請參照圖 7，為光學編碼器的細分割週期的示意圖。編碼盤 10 的光學解析度會取決於細分割區編碼部位 120 中的狹縫 121 寬度以及相鄰狹縫 121 之間間距。此處，編碼盤 10 的一個狹縫 121 的寬度為 $W1$ ，相鄰二狹縫 121 之間的不透光區域之寬度為 $W2$ ，且狹縫 121 寬度與不透光區域寬度的總和($W1+W2$)定義為光學編碼器之細分割區感光區塊的一個細分割週期，或稱作編碼區感光區塊的最小編碼位元。參照圖 5、圖 6 和圖 7，每個感光陣列 240 的寬度(即距離 $D1$)對應於一個細分割週期。更具體來說，是指感光陣列 240 的最大寬度(距離 $D1$)小於或等於一個細分割週期的大小。進一步地，在部分實施例中是指感光陣列 240 的寬度與相鄰二感光陣列 240 的間距(請復參照圖 3，標示相鄰二感光陣列 240 的間距

T)的總和等於一個細分割週期。

【0029】 根據編碼盤所能提供的解析度高低，感光陣列的尺寸也會有所調整。請參照圖 8，為根據本發明第二實施例之光學編碼器的檢光器的局部放大示意圖。在本實施例中，光學編碼器的檢光器包含編碼區感光區塊 210 以及細分割區感光區塊 220。包含多個感光元件 230 的感光陣列 240a 位於編碼區感光區塊 210，並且包含多個感光元件 230 的感光陣列 240b 位於細分割區感光區塊 220。由於本實施例中編碼盤所提供的光學解析度高於第一實施例中編碼盤的光學解析度，即本實施例的一個細分割週期較小。為了滿足感光陣列 240b 的寬度要對應於一個細分割週期，由 4 個感光元件 230 構成細分割區感光區塊 220 中的感光陣列 240b，並且由 16 個感光元件 230 構成編碼區感光區塊 210 中的感光陣列 240a。本實施例提供矩形的感光陣列 240b，並且感光陣列 240b 中的每個感光元件 230 可與一個類比數位轉換器電性連接，藉此具有數位灰階特性。

【0030】 請參照圖 9，為根據本發明第三實施例之光學編碼器的檢光器的局部放大示意圖。在本實施例中，編碼盤所提供的光學解析度高於第二實施例中編碼盤的光學解析度，即本實施例的一個細分割週期更小。為了滿足感光陣列 240b 的寬度要對應於一個細分割週期，因此由單顆感光元件 230 構成細分割區感光區塊 220 中的感光陣列 240b，並且由 4 個感光元件 230 構成編碼區感光區塊 210 中的感光陣列 240a。

【0031】 圖 8 和圖 9 繪示出細分割區感光區塊 220 中的單個感光陣列 240b。實際上，在細分割區感光區塊 220 中可以存在多個感光陣列 240b，並且這些感光陣列 240b 可以並聯以增加解析度。

【0032】 以下，以具體的實施例進一步說明本發明中光學編碼器的其他設計。

【0033】 〔實施例一〕

【0034】 實施例一提供如圖 1 至圖 6 繪示的旋轉式光學編碼器 1，包

含編碼盤 10、檢光器 20、光源 30 以及感測電路 40。編碼盤 10 的細分割區編碼部位 120 具有可透光且相互間隔的多個狹縫 121，並且狹縫 121 的寬度可以為 60 微米(μm)，狹縫 121 的數量總共為 1024 個。狹縫 121 的具體寬度以及數量僅是作為示例說明，會依據細分割區編碼部位 120 的解析度需求而有所不同。

【0035】 檢光器 20 包含位於編碼區感光區塊 210 與細分割區感光區塊 220 的多個感光元件 230。位於細分割區感光區塊 220 的感光元件 230 排列形成多個梯形的感光陣列 240，並且相鄰的 8 個感光陣列 240 形成一感光陣列群組 250。任一個感光陣列 240 包含 2960 個感光元件 230，其排列成 25 行($n=25$)。感光陣列 240 的最下列包含 7 個感光元件 230，並且最上列包含 25 個感光元件 230。感光陣列 240 的長邊 241(即距離 D1)為 $121.25\mu\text{m}$ ，短邊 242(即距離 D2)為 $33.95\mu\text{m}$ 。

【0036】 光源 30 可發出波長為 850 奈米的紅外光。感光元件 230 為 CMOS 光電二極體，在波長為 850 奈米的紅外光照射下具有 0.41 安培/瓦特(A/W)的響應率。

【0037】 感測電路 40 包含多個類比數位轉換器 410。對於其中一個感光陣列 240 來說，有 25 個類比數位轉換器 410 分別電連接於 25 行中的感光元件 230。此外，在一個感光陣列群組 250 中，8 個感光陣列 240 中的多個類比數位轉換器 410 並聯，因此共有 200 個類比數位轉換器 410 並聯。

【0038】 〔實施例二〕

【0039】 實施例二提供旋轉式光學編碼器 1，包含編碼盤 10、檢光器 20、光源 30 以及感測電路 40。編碼盤 10 的細分割區編碼部位 120 具有可透光且相互間隔的多個狹縫 121。狹縫 121 的數量總共為 1024 個。

【0040】 檢光器 20 包含位於編碼區感光區塊 210 與細分割區感光區塊 220 的多個感光元件 230。位於細分割區感光區塊 220 的感光元件 230

排列形成多個呈梯形的感光陣列 240，並且相鄰的 8 個感光陣列 240 形成一感光陣列群組 250。任一個感光陣列 240 包含 2960 個感光元件 230，其排列成 25 行。感光陣列 240 的最下列包含 7 個感光元件 230，並且最上列包含 25 個感光元件 230。感光陣列 240 的長邊 241 為 $121.25\mu\text{m}$ ，短邊 242 為 $33.95\mu\text{m}$ 。

【0041】 光源 30 可發出波長為 850 奈米的紅外光。感光元件 230 為 CMOS 光電二極體，在波長為 850 奈米的紅外光照射下具有 0.41 安培/瓦特(A/W)的響應率。

【0042】 感測電路 40 包含多個比較器。對於其中每一個感光陣列 240 來說，各個感光元件 230 均對應一個比較器，並且所有的比較器均並聯。

【0043】 實施例二與實施例一的差異在於，實施例二的光學編碼器 1 不使用類比數位轉換器，而採用更簡化的比較器，故每一個感光元件 230 只能提供 0 或 1 的二值化輸出結果，最後透過加總每顆感光陣列 240，而得到感光陣列群組 250 之數位化結果。

【0044】 〔光學編碼器的解析度〕

【0045】 在實施例一和實施例二中，具有 1024 個狹縫 121 的編碼盤 10 提供 10-bit 的解析度。當每個感光陣列 240 中的感光元件 230 數量為 2960 個，並且共 8 個感光陣列 240 並聯時，可再搭配 $\text{Sin}+$ 、 $\text{Sin}-$ 之差動對電路設計，使解析度再倍增。故感光元件總數路可達到 $2960 \times 8(\text{個}) \times 2(\text{區}) = 47360$ 個感光元件，若每個感光元件搭配一比較器，而均有是唯一 0/1 的元件，則數量上有約 15bits 解析(>32768 個)，此時光學編碼器至少可達成 25-bit/rev. 解析度。若每個感光元件 230 改為搭配 10bits 灰階之 ADC，則實施例一之光學編碼器可達成 35-bit/rev. 解析度。因此，實施例一的光學編碼器具有高達 35-bit 的解析度。實施例二的光學編碼器具有 25-bit/rev. 的解析度。

【0046】 〔光源與檢光器的設計〕

【0047】 在實施例一和實施例二中，CMOS 光電二極體(感光元件 230) 在波長為 850 奈米的紅外光照射下具有 0.41 安培/瓦特的響應率。根據一比較例的光學編碼器，CMOS 感光元件被替換成矽基光電二極體，且矽基光電二極體在波長為 850 奈米的紅外光照射下具有 0.46 安培/瓦特的響應率。

【0048】 因此，在波長為 850 奈米的紅外光照射下，採用 CMOS 光電二極體的光學編碼器與採用矽基光電二極體的習知光電二極體具有相近的響應率。

【0049】 〔梯形感光陣列的設計對於光電訊號的補償〕

【0050】 在實施例一的光學編碼器 1 中，感光陣列 240 接收通過狹縫 121 的光訊號。當編碼盤 10 或檢光器 20 旋轉時，檢光器 20 可獲得一個接近弦波(包括正弦波與餘弦波)的電訊號。但若檢光器 20 未經過優化設計時，此一電訊號的波型會是非標準弦波，甚至可能為其他任意波型，而對訊號品質有很大的影響。為了避免訊號品質下降，實施例一針對梯形感光陣列 240 的形狀有特定的設計，即感光陣列 240 的長邊 241 大約為 $121.25\mu\text{m}$ ，短邊 242 大約為 $33.95\mu\text{m}$ 。這樣的梯形感光陣列 240 滿足角度變異小於 1.0。角度變異代表解析角度之輸出結果與理想角度之標準差。以圓形編碼盤舉例來說，若 360 度區分為 1024 解析，則每一理想角度約為 0.352 度，角度變異是用來描述此設計結果與理想角度之差異。

【0051】 在編碼盤或檢光器轉動時，透過不同細分割區塊的相位差設計，可讓不同區塊之感光陣列群組 250 所接收的光線有強弱的變化。如圖 3 所示，4 個感光陣列群組 250 之電訊號，分別代表 $\text{Sin}+$ 、 $\text{Cos}+$ 、 $\text{Cos}-$ 、 $\text{Sin}-$ 四組弦波訊號，在透過 $\text{Sin}+$ 、 $\text{Sin}-$ 與 $\text{Cos}+$ 、 $\text{Cos}-$ 之倆倆差動對後，可得到兩個相位差 90 度的弦波。根據將這兩個弦波波型疊合得到的利薩茹圖形，進一步可針對此圓形圖案做角度上的細分割。

【0052】 請參照圖 10 和圖 11，其中圖 10 為根據本發明實施例一之

光學編碼器所產生的正弦波與餘弦波電壓訊號，圖 11 為根據圖 10 整合正弦波與餘弦波訊號後所得到的利薩茹圖形。可以看到，實施例一中的 4 個感光陣列群組 250 個別產生的訊號彼此具有 90 度之倍數的相位差，在經過差動對後可獲得兩個正、餘弦波，電訊號疊合後得到趨近於圓形的利薩茹圖形，這表示經過差動對後的梯形感光陣列所產生的電訊號有較好的訊號品質。

【0053】 綜上所述，本發明所揭露的光學編碼器中，主要採用可達成高密度元件布局、可積體化之感光元件，例如 CMOS 或 CCD 感光元件。以 CMOS 為例，可構成感光陣列以接收光訊號，相比習知光學編碼器採用矽基光電二極體，CMOS 感光元件具有可高度電路積體化之特質，可輕易達成高訊號雜度比(SNR)，且具有成熟的製造工藝，近年來隨著製程技術的提升，CMOS 在非可見光波段之響應率也已提升至矽基光電二極體之水準，因此採用 CMOS 感光元件的高解析度光學編碼器將可擁有更好的市場競爭力。

【0054】 此外，本發明所揭露的光學編碼器可進一步包含感測電路。感測電路電性連接於感光陣列，以使每個感光元件的收光量被量化而具有數位灰階特性。以輸出根據這些感光陣列所累積加總之光能量訊號而得到的電訊號。相較習知技術之矽基光電二極體接收到類比電訊號後再透過 ADC 轉換成數位訊號，感光元件產生的電訊號雖仍為類比訊號，但可透過積體電路設計，讓每個感光元件直接搭配一個 ADC 元件，亦或可簡化成以每一行或每一列為基準，使各行或各列感光元件搭配一個 ADC 元件，再透過電路掃描方式，讓該行或該列中的每個感光元件在掃描瞬間，由該行或該列對應之 ADC 元件，擷取類比訊號後再轉成數位訊號，即透過依序擷取每個感光元件之數位訊號後，再至後級計數電路中做加總統計，最後得出全數位化之能量結果。此分行或分列掃描方式之優點為簡化 ADC 數量。

【0055】 雖然本發明以前述之實施例揭露如上，然而這些實施例並非

用以限定本發明。在不脫離本發明之精神和範圍內，所為之更動與潤飾，均屬本發明之專利保護範圍。關於本發明所界定之保護範圍請參考所附之申請專利範圍。

【符號說明】

【0056】

1	光學編碼器
10	編碼盤
110	編碼區編碼部位
111	開口圖案
120	細分割區編碼部位
121	狹縫
20	檢光器
210	編碼區感光區塊
220	細分割區感光區塊
230	感光元件
231a、232a	左側邊
231b、232b	右側邊
240、240a、240b	感光陣列
241	長邊
242	短邊
250	感光陣列群組
30	光源
31	光學透鏡
40	感測電路
410	類比數位轉換器
D1、D2	距離

T 間距

W1、W2 寬度

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種光學編碼器，包含：

一編碼盤；以及

一檢光器，對應該編碼盤設置並且用以接收一光線，該檢光器包含多個感光元件，該些感光元件排列形成多個感光陣列，每一該些感光元件的收光量被量化而具有數位灰階特性，且每一該些感光陣列的寬度對應於該光學編碼器的一個細分割週期。

【第2項】 如申請專利範圍第 1 項所述之光學編碼器，其中該些感光元件為互補式金屬氧化物半導體(CMOS)感光元件。

【第3項】 如申請專利範圍第 1 項所述之光學編碼器，其中該些感光陣列包含相鄰的一第一感光陣列與一第二感光陣列，在該第一感光陣列和該第二感光陣列中的相鄰之其中二該些感光元件的間距小於該第一感光陣列與該第二感光陣列的間距。

【第4項】 如申請專利範圍第 1 項所述之光學編碼器，其中該編碼盤包含一編碼區編碼部位與一細分割區編碼部位，該檢光器包含分別對應該編碼區編碼部位與該細分割區編碼部位的一編碼區感光區塊與一細分割區感光區塊，且該些感光陣列位於該細分割區感光區塊。

【第5項】 如申請專利範圍第 4 項所述之光學編碼器，其中該些感光陣列並排設置於該細分割區感光區塊。

【第6項】 如申請專利範圍第 5 項所述之光學編碼器，其中每一該些感光陣列的外型為非矩形。

【第7項】如申請專利範圍第6項所述之光學編碼器，其中該些感光陣列的外型各自為梯形，且該些感光陣列的短邊朝向同一方向。

【第8項】如申請專利範圍第1項所述之光學編碼器，更包含一感測電路，其中該感測電路包含多個類比數位轉換器(ADC)，且該些類比數位轉換器分別與該些感光陣列中的至少一個感光元件電性連接。

【第9項】如申請專利範圍第1項所述之光學編碼器，更包含一感測電路，其中該感測電路包含多個比較器(Comparator)，且該些比較器分別與該些感光陣列中的每一個感光元件電性連接。

【第10項】如申請專利範圍第2項所述之光學編碼器，其中每一該些感光元件用以接收紅外線波長範圍的光。

【第11項】一種光學編碼器，包含：

一編碼盤；

一檢光器，對應該編碼盤設置並且用以接收一光線，該檢光器包含多個感光元件，且該些感光元件排列形成多個感光陣列；以及

一感測電路，電性連接於該些感光陣列，以使每一該些感光元件的收光量被量化而具有數位灰階特性。

【第12項】如申請專利範圍第11項所述之光學編碼器，其中該些感光元件為CMOS感光元件。

【第13項】如申請專利範圍第11項所述之光學編碼器，其中該感測電路包含多個類比數位轉換器，且該些類比數位轉換器分別與該些感光陣列中的至少一個感光元件電性連接。

【第14項】如申請專利範圍第 11 項所述之光學編碼器，其中該感測電路包含多個比較器，且該些比較器分別與該些感光陣列中的每一個感光元件電性連接。

【第15項】如申請專利範圍第 11 項所述之光學編碼器，其中該編碼盤包含一編碼區編碼部位與一細分割區編碼部位，該檢光器包含分別對應該編碼區編碼部位與該細分割區編碼部位的一編碼區感光區塊與一細分割區感光區塊，且該些感光陣列位於該細分割區感光區塊。

【第16項】如申請專利範圍第 15 項所述之光學編碼器，其中該些感光陣列並排設置於該細分割區感光區塊。

【第17項】如申請專利範圍第 15 項所述之光學編碼器，其中該些感光陣列的外型各自為梯形，且該些感光陣列的短邊朝向同一方向。

【第18項】如申請專利範圍第 11 項所述之光學編碼器，其中每一該些感光陣列的寬度對應於該光學編碼器的一個細分割週期。

【發明圖式】

1

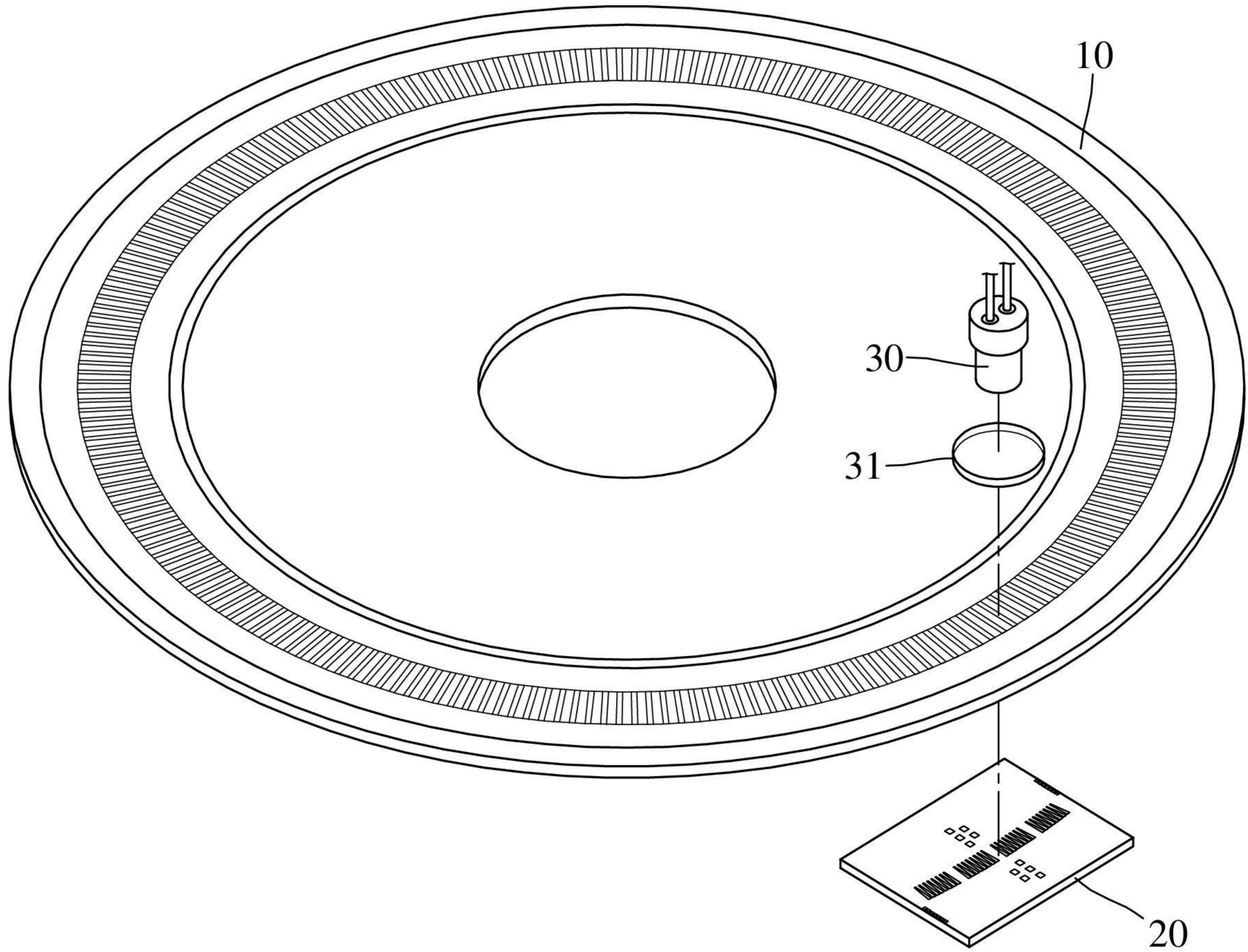


圖 1

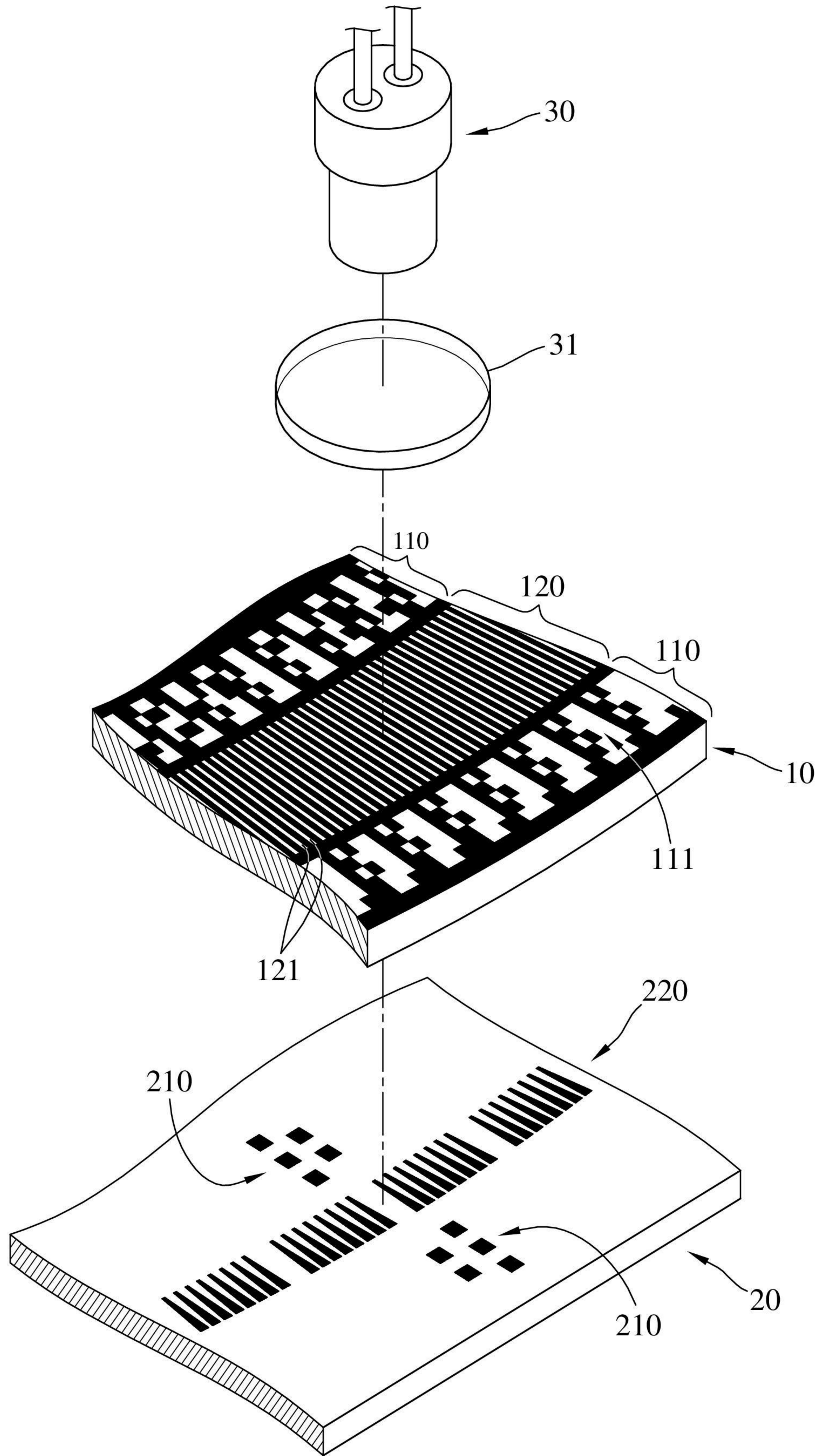


圖 2

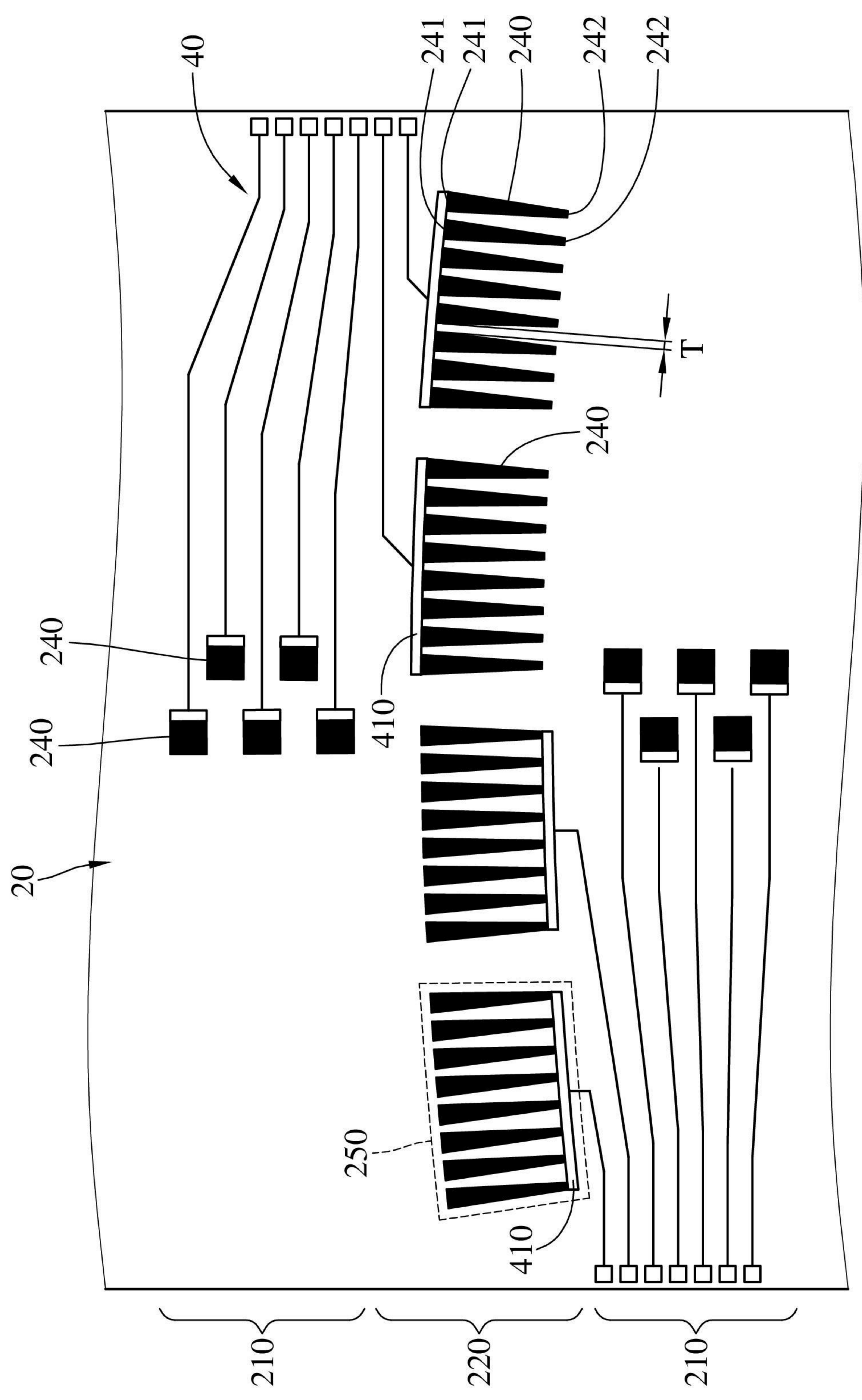


圖 3

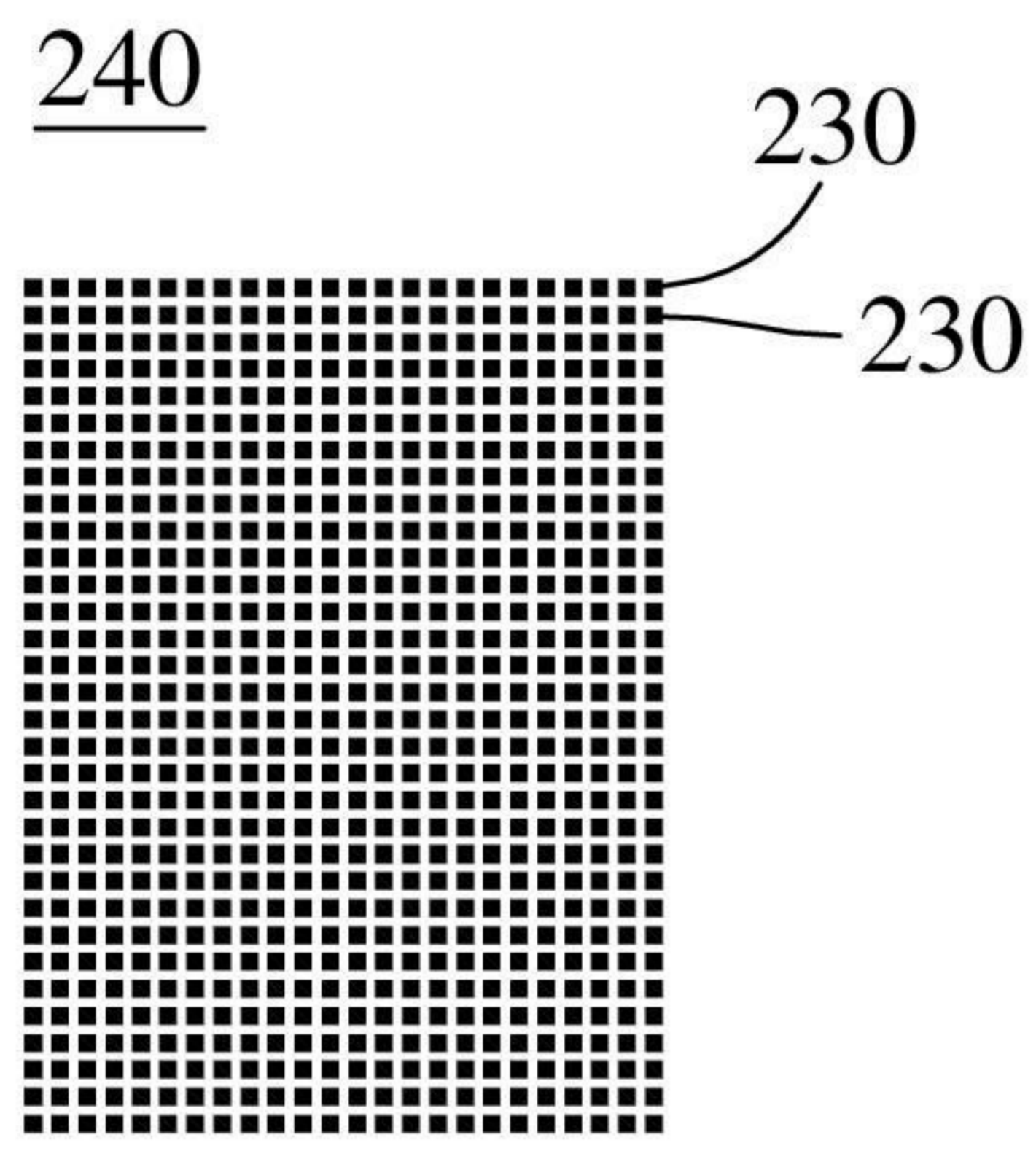


圖 4

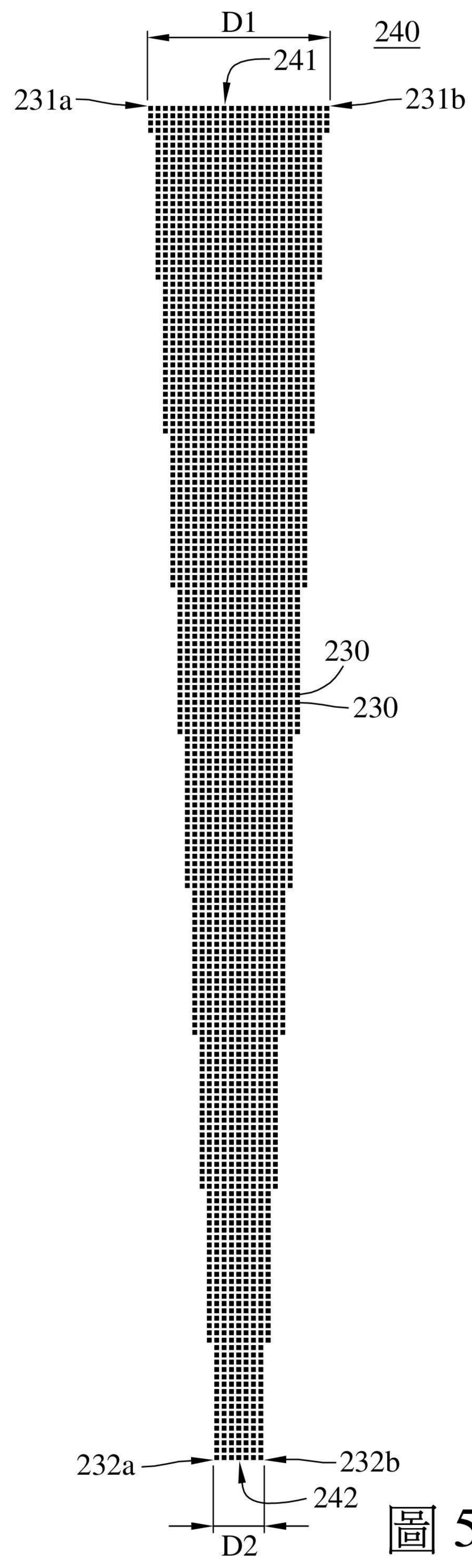


圖 5

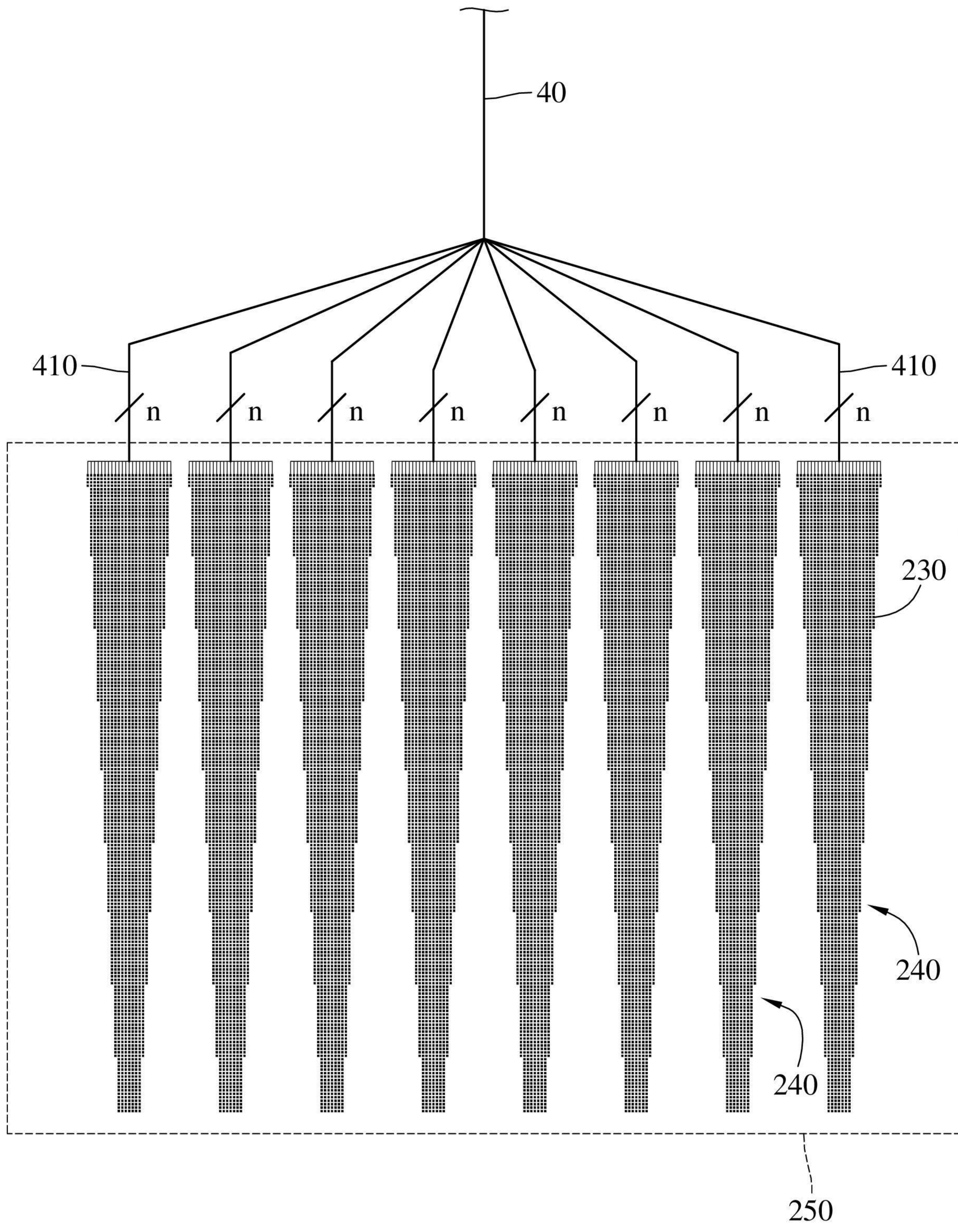


圖 6

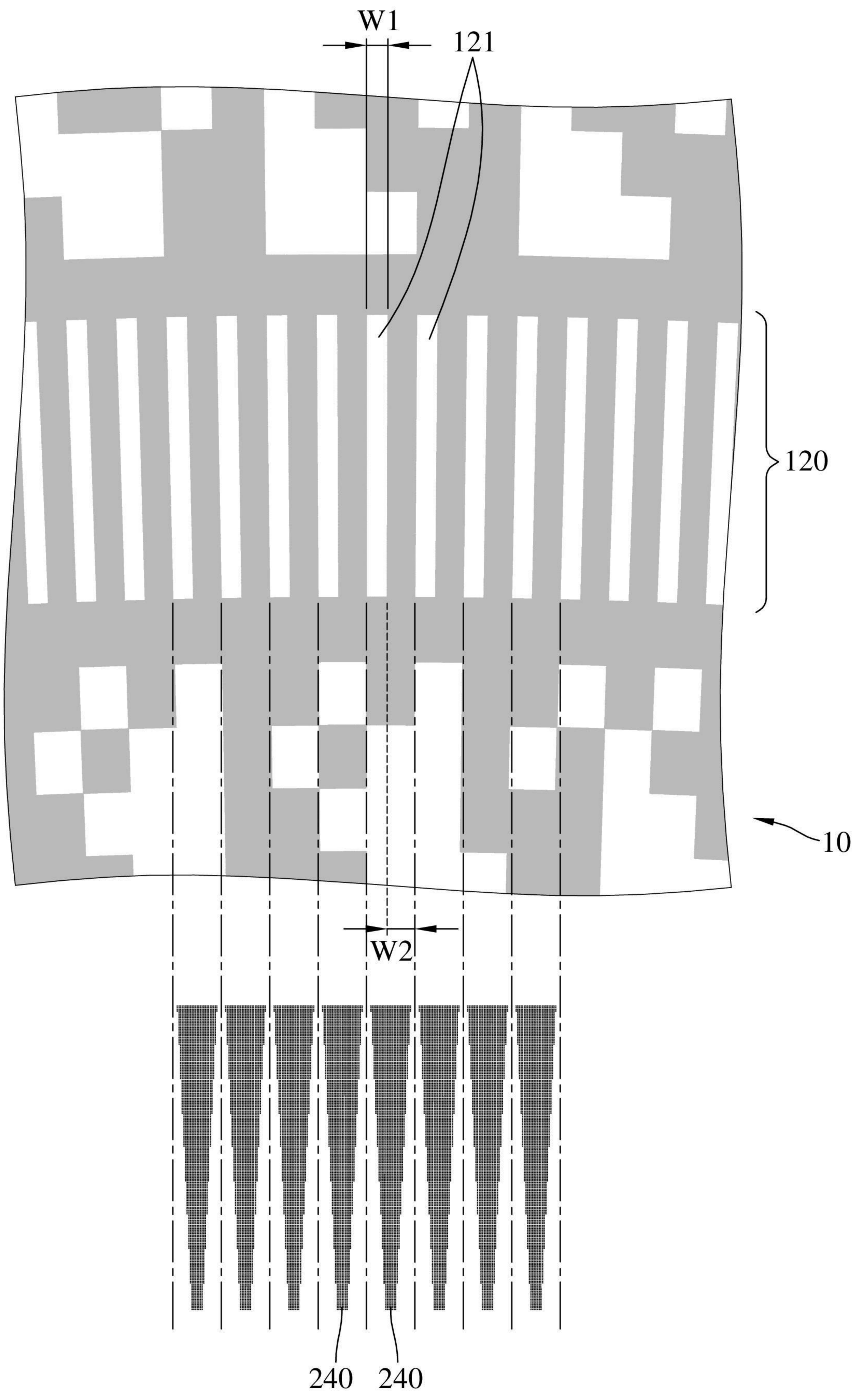


圖 7

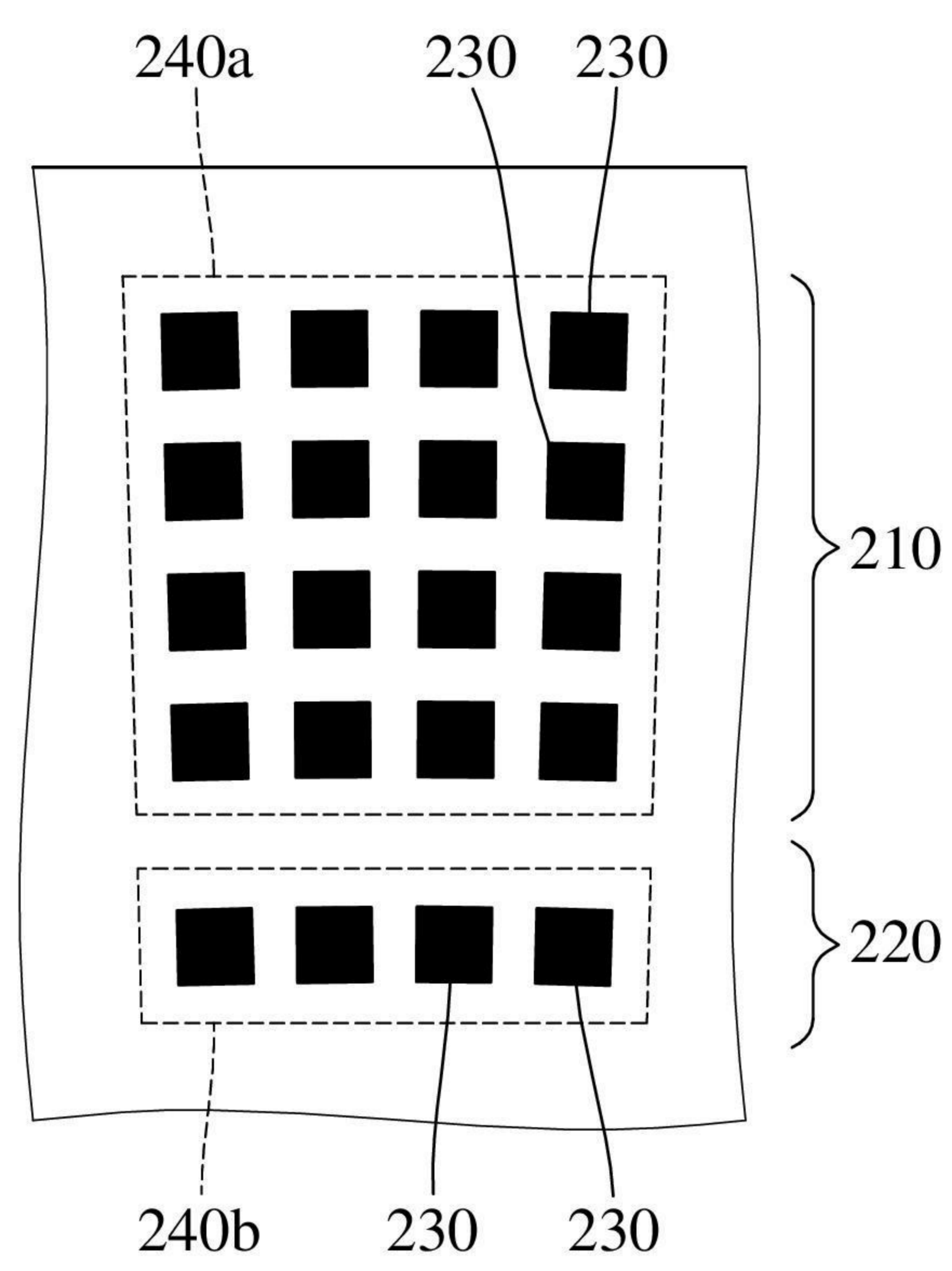


圖 8

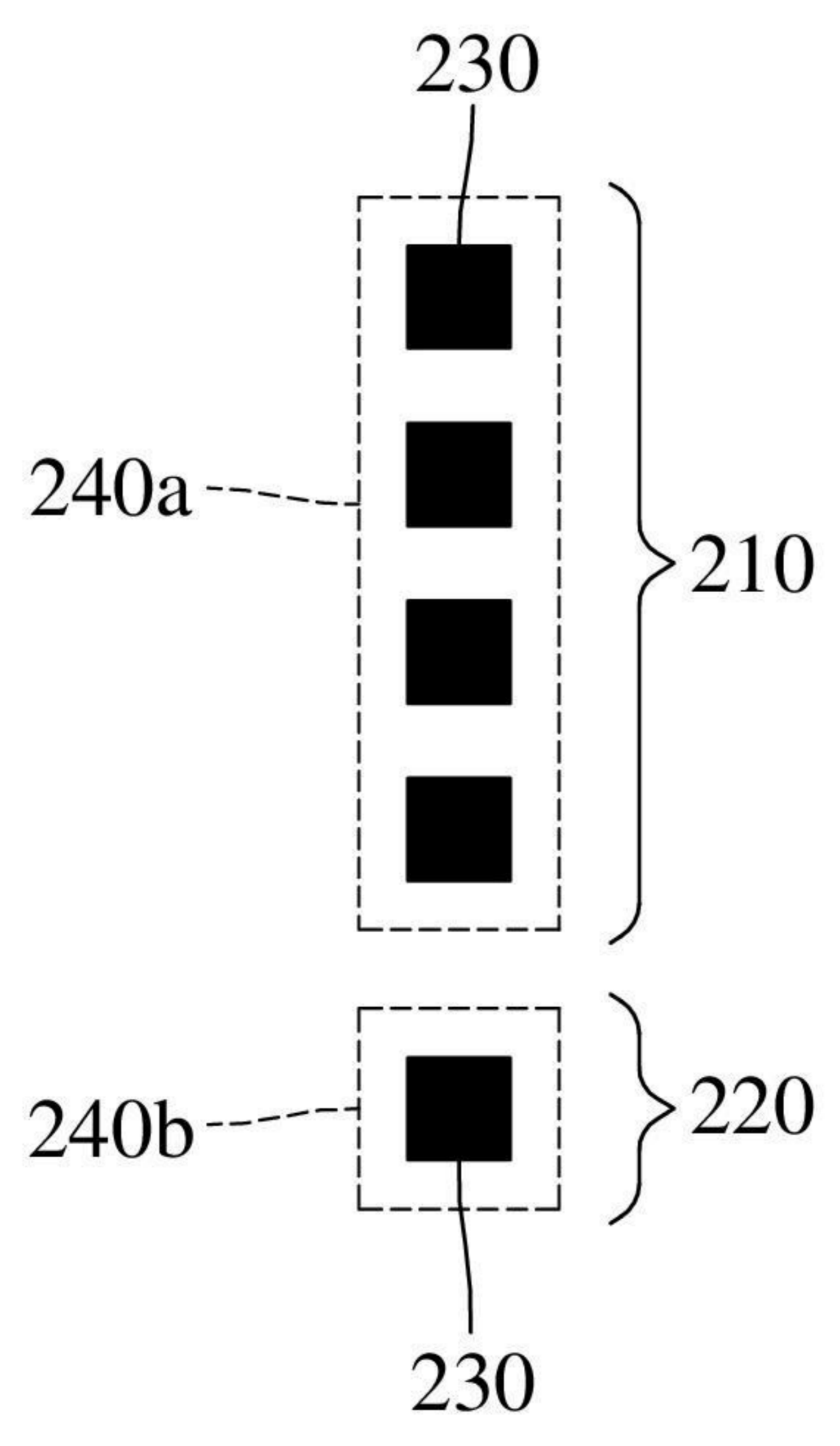


圖 9

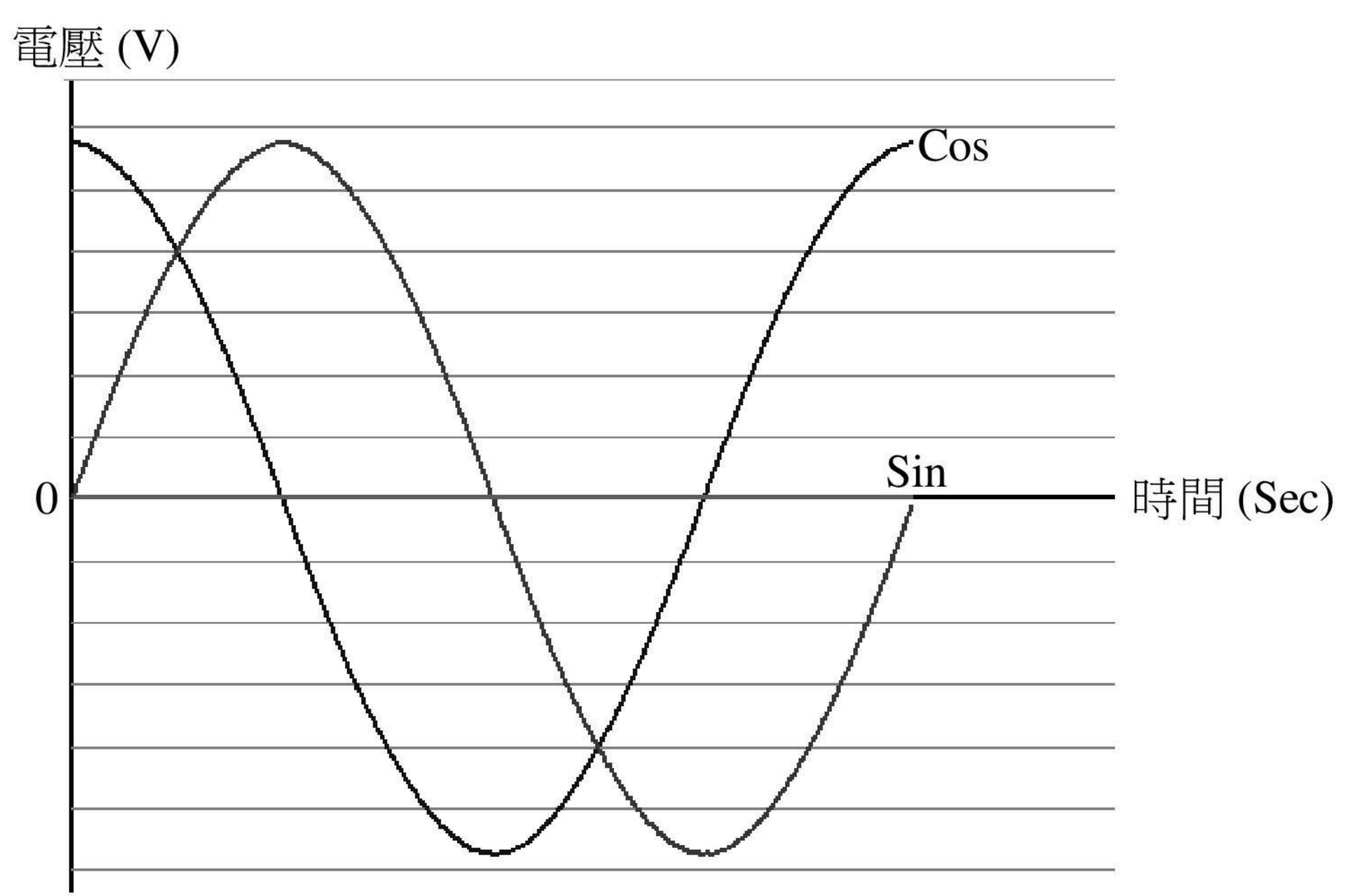


圖 10

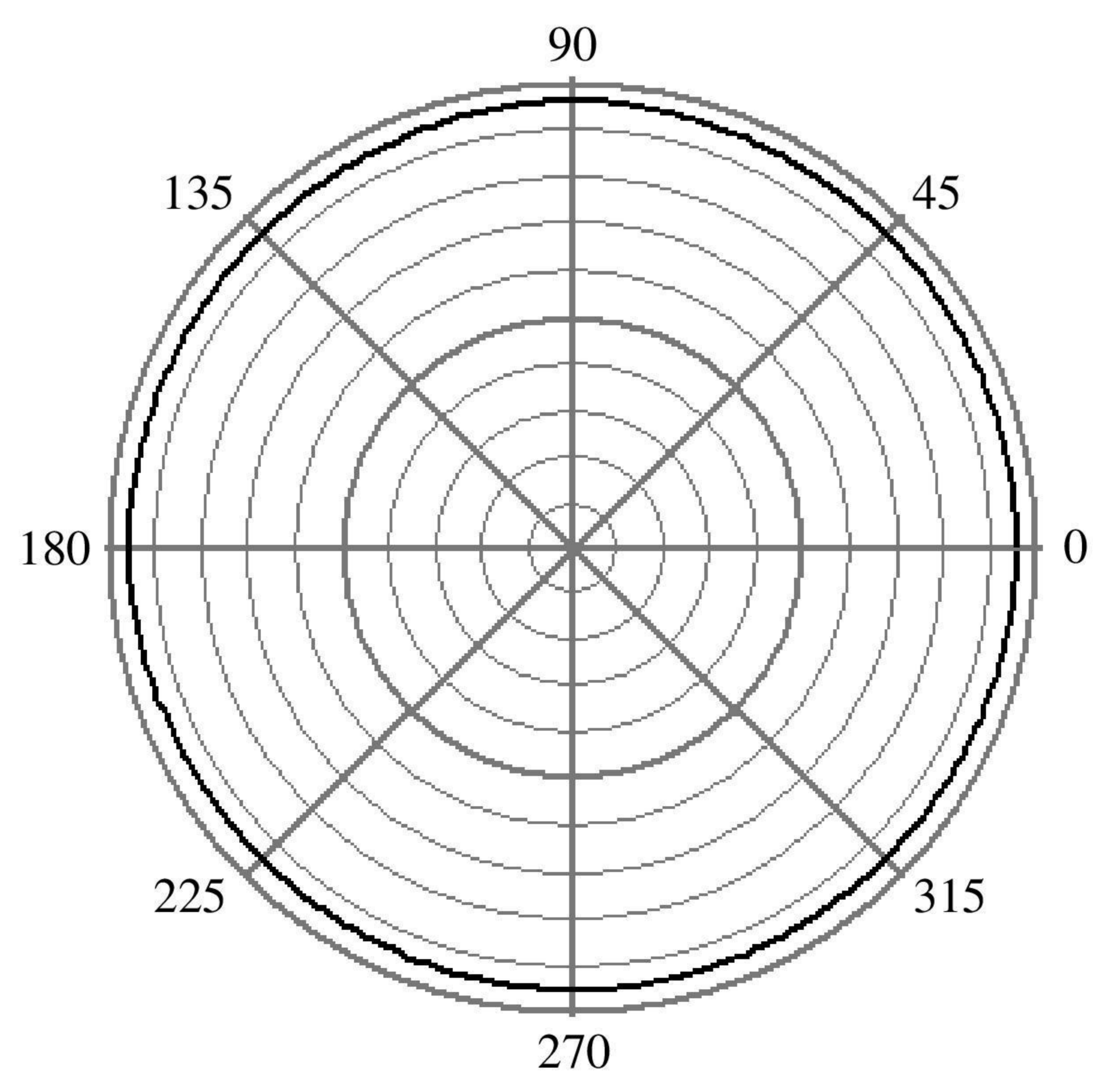


圖 11